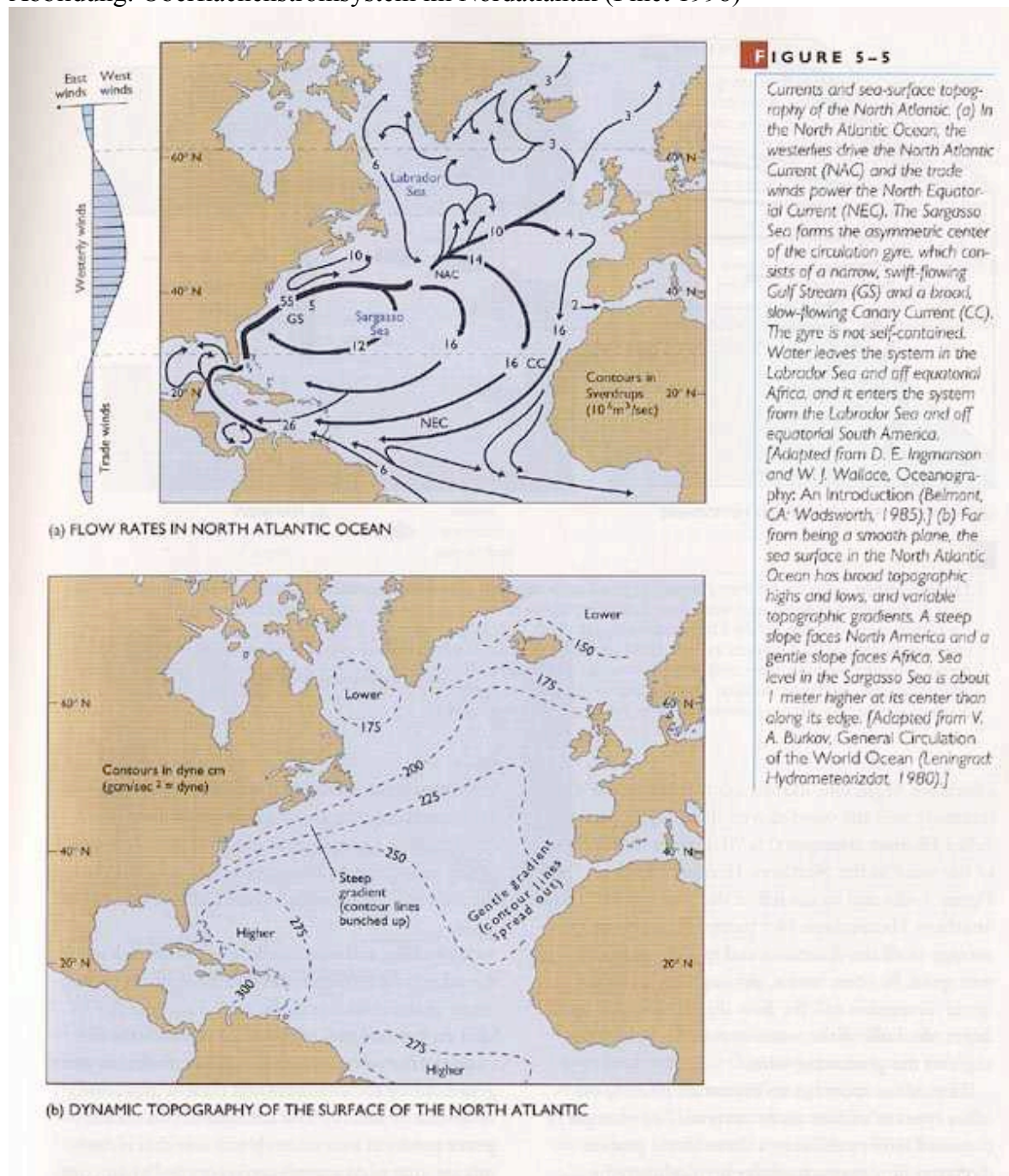


**Prinzipien der Ozeanographie: von Dr. U. Struck, GeoBio-Center an der LMU (u.struck@lrz.uni-muenchen.de)**

Was sind Meeresströmungen und was treibt sie an?

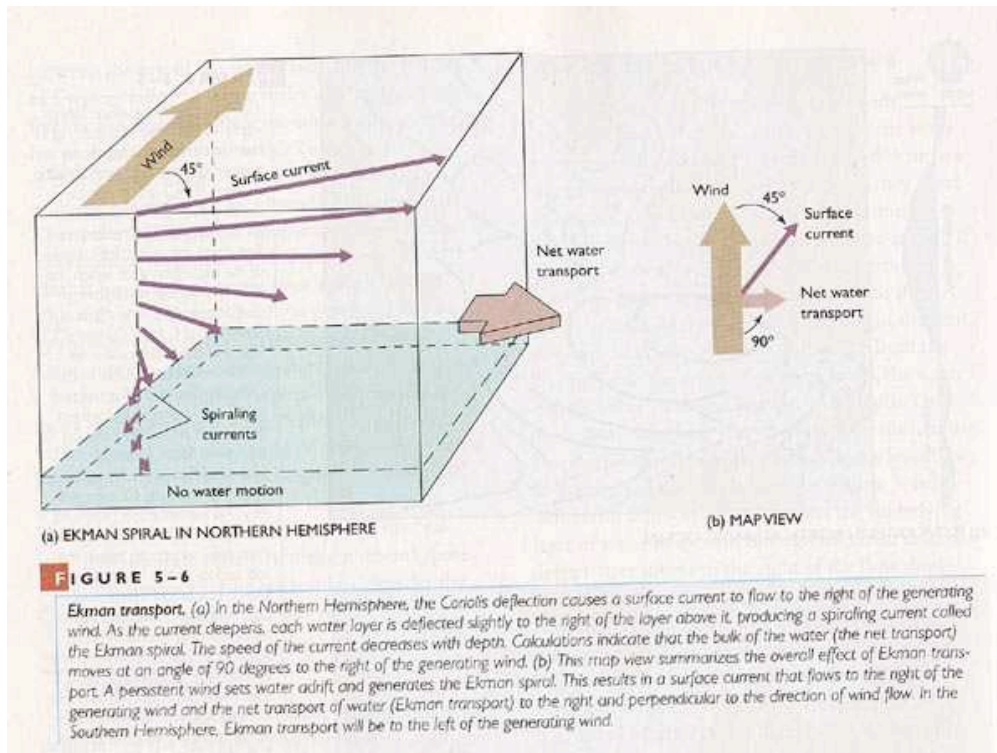
In den Ozeanen sind die Oberflächenströme hauptsächlich nach den vorherrschenden Windrichtungen orientiert (Abb.)

Abbildung: Oberflächenstromsystem im Nordatlantik (Pinet 1998)



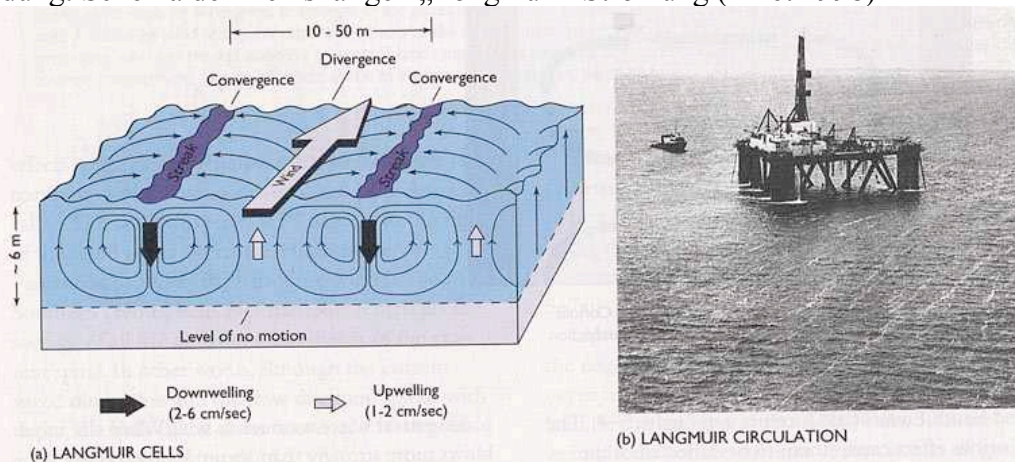
## Die windgetriebene Oberflächenströmung weicht in der Netto-Transport-Richtung des Wassers ab (Ekman-Transport Abb.)

Abbildung: Schema der Netto Transport-Orientierung durch die „Ekman“ Zelle von Oberflächenwasser (Pinet 1998).



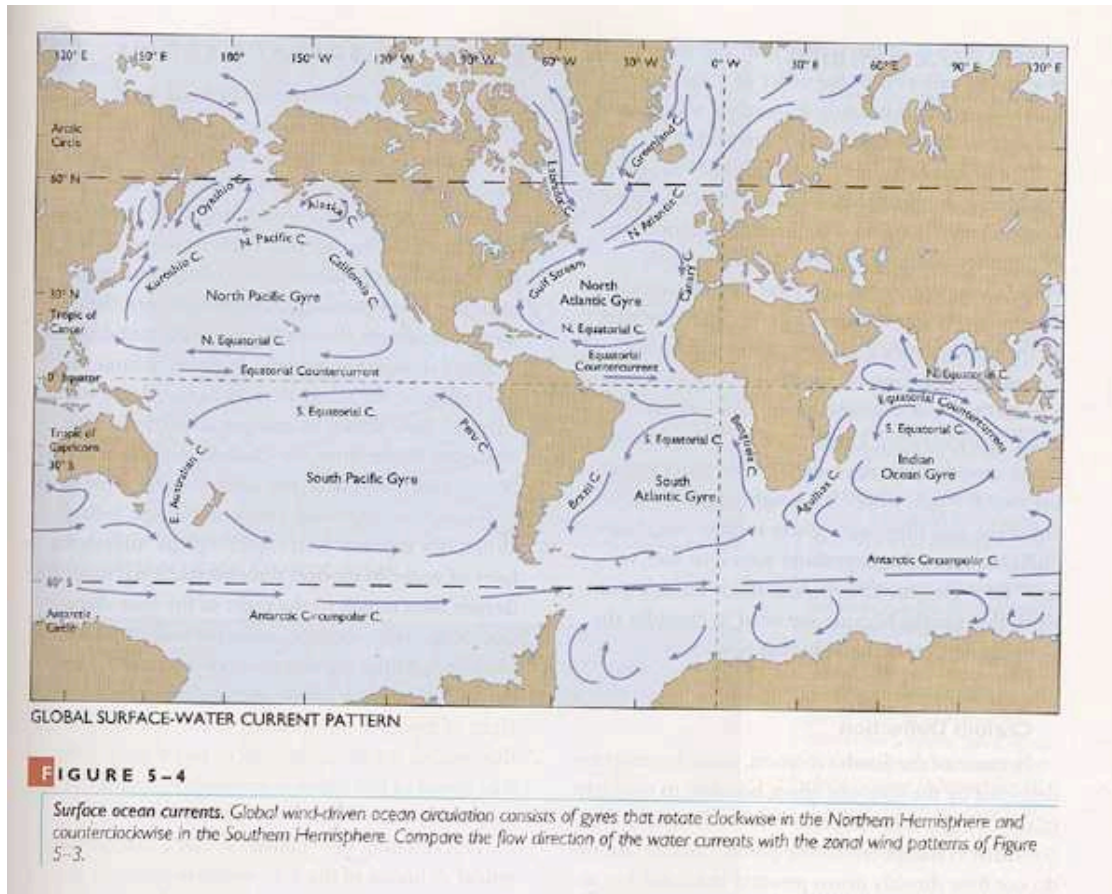
## Durch stetige aber mittlere Windintensitäten entsteht die sogenannte „Langmuir“-Strömung (Abb.)

Abbildung: Schema der kleinskaligen „Langmuir“ Strömung (Pinet 1998)



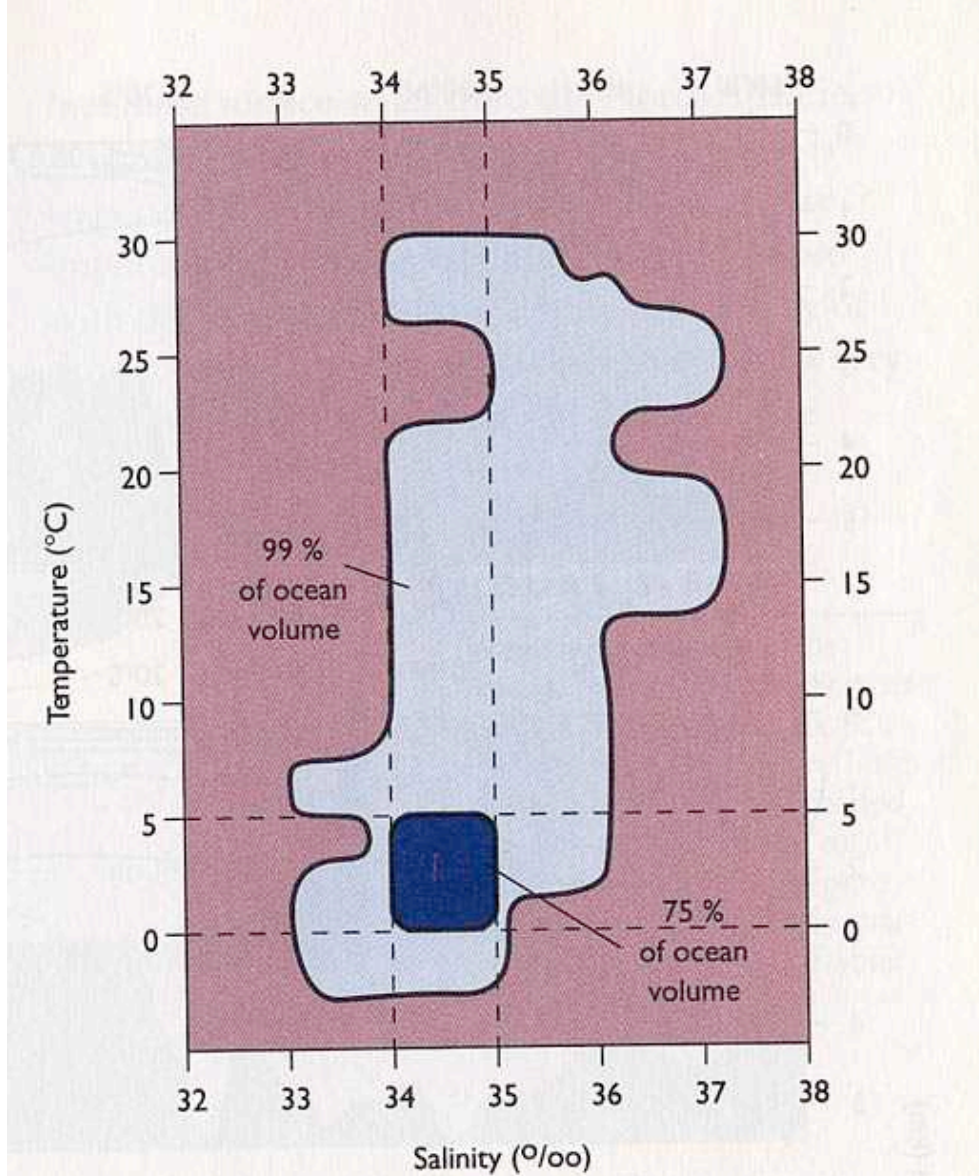
Die unterschiedlichen Prozesse führen zu der Globalen Oberflächenzirkulation der ozeanischen Wassermassen (Abb).

Abbildung: Globale Oberflächenströmungen (Pinet 1998)



In den tieferen Stockwerken der ozeanischen Wassermassen lassen sich verschiedenen Wasserkörper nach ihren physikalischen Eigenschaften differenzieren (Abb). 75 % des Ozeanischen Wassers ist in einem Temperaturspektrum von 0-5°C und 34-35‰ Salzgehalt: das Tiefenwasser.

Abbildung: Salz/Temperatur-Diagramm des ozeanischen Wassers der Erde (Pinet 1998):

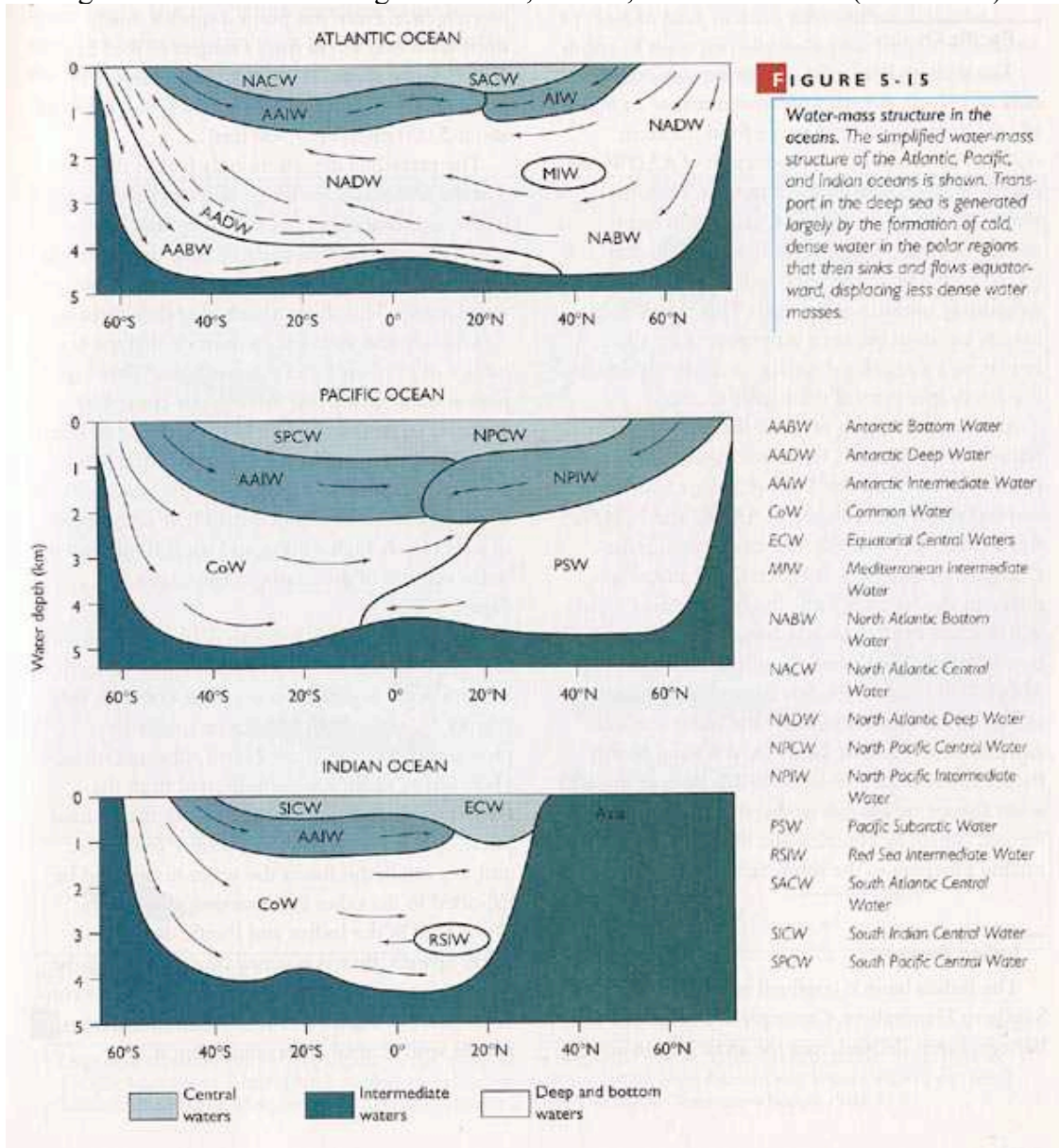


**FIGURE 5-13**

*Temperature-salinity range of seawater. Seawater is a remarkably uniform solution, with 75 percent of the total ocean volume having a temperature range of zero to 5°C and a salinity range of 34 to 35‰. [Adapted from R. B. Montgomery, Deep Sea Research 5 (1958): 134-148.]*

Diese Tiefenwasser gliedern sich in charakteristische Wasserkörper mit definierten Bewegungsrichtungen (Abb.)

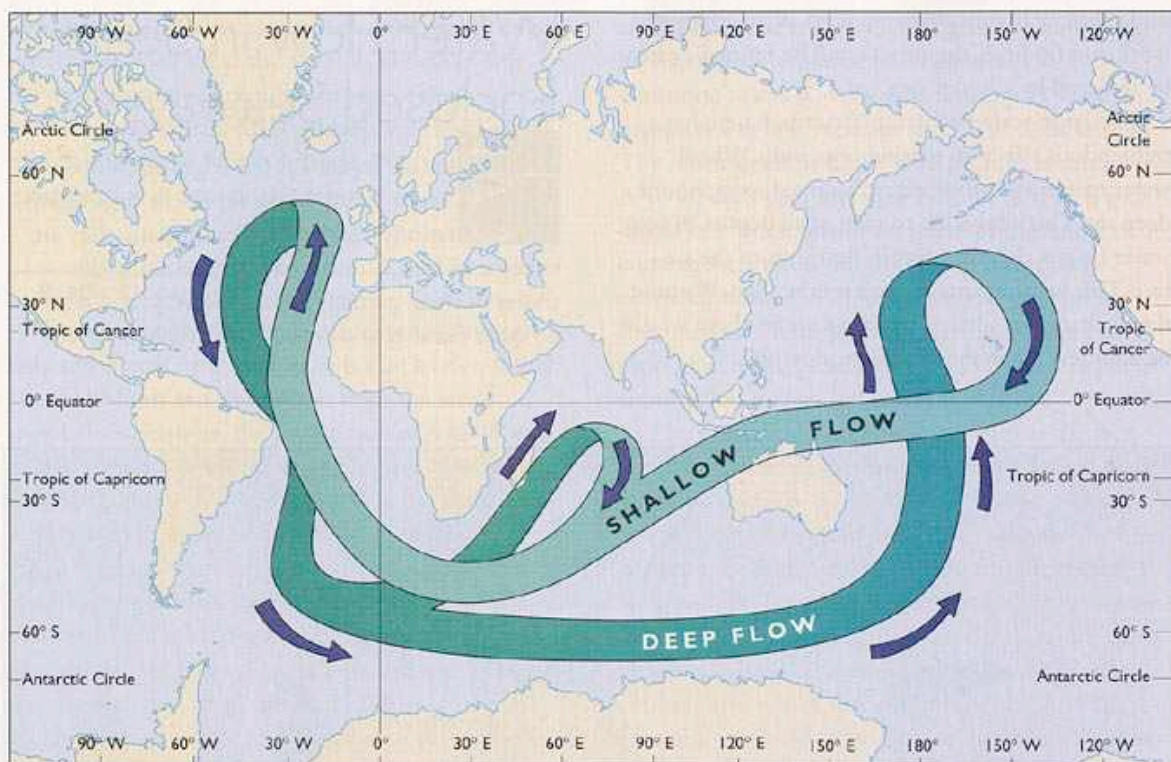
Abbildung: Tiefenwasserzonierung in Atlantik, Pazifik, Indischen Ozean (Pinet 1998).



Was bringt nun die Tiefenwässer in Bewegung?

Die „thermohaline Zirkulation“ wird durch die Abkühlung von relativ warmen, salzreichen Wässern im Nordatlantik angetrieben. Das Abkühlen bewirkt eine Dichteerhöhung des Wassers und ein Absinken in tiefere Stockwerke des Ozeans gemäß der Dichte: Ausgleichsbewegungen werden produziert, die nachweisbare Bodenwasserbewegungen bis in den Pazifik hervorrufen (Abb.)

Abbildung: Das „Salzförderband“ (Salty Conveyor Belt) der ozeanischen Bodenwasserzirkulation (Pinet 1998).



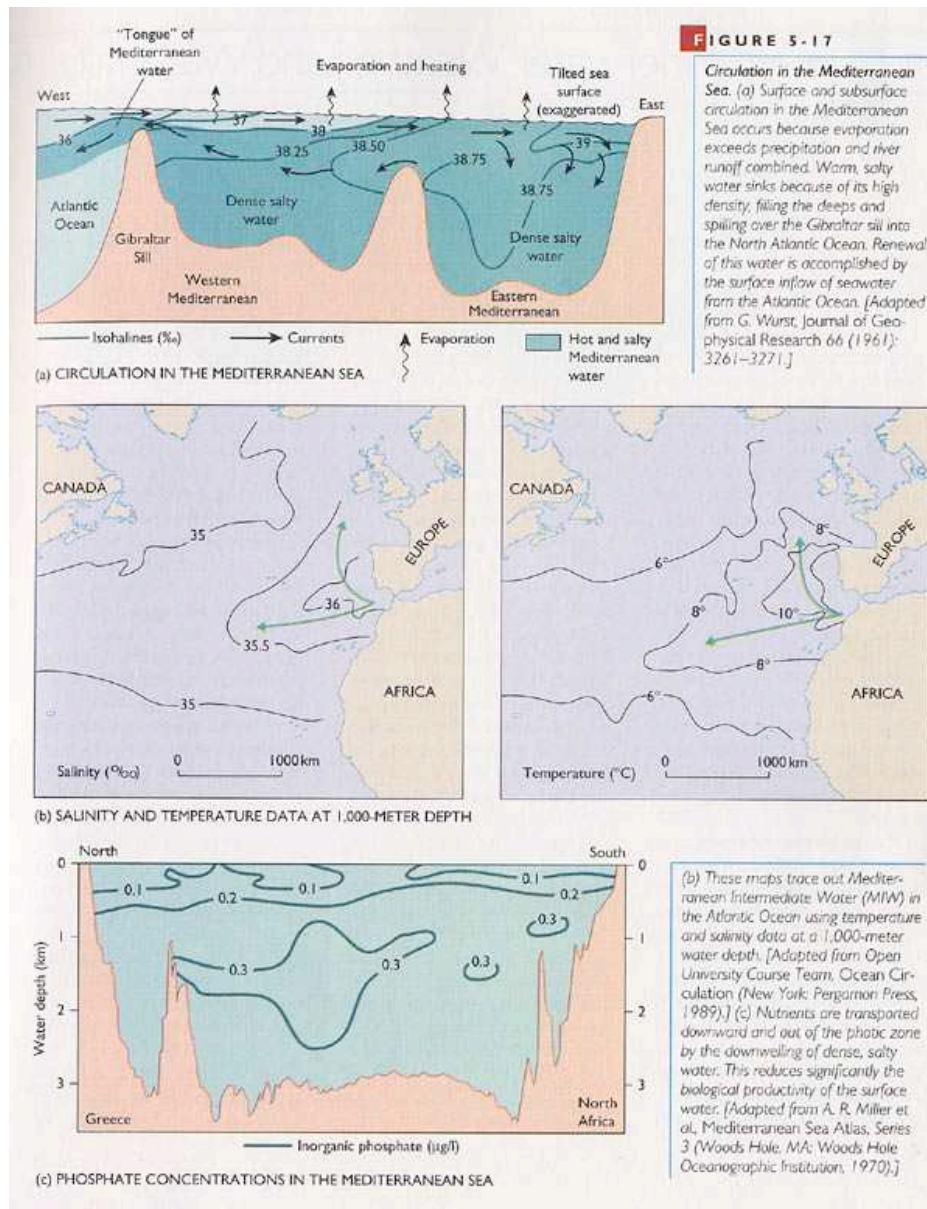
**FIGURE 5-16b**

*Large-scale circulation. (b) This model portrays the exchange of surface and deep water across the ocean basins as a conveyor belt. [Adapted from M. S. McCartney, *Oceanus* 37 (1994): 5-8.]*

Nebenmeer, die von der Globalen Zirkulation getrennt sind weisen Zirkulationsmuster auf, die von der Geographischen (Klimatischen) Situation abhängig sind:

Aride Nebenmeere (Mittelmeer, Rotes Meer) zeigen eine anti-ästuarine Zirkulation: Oberflächen Einstrom, Tiefenwasser Austrom. Hier ist die höhere Verdunstung gegenüber der Süßwasserzufuhr dafür verantwortlich, daß das Oberflächenwasser salziger wird und dadurch die Dichte zunimmt, was zur Tiefenwasserbildung führt (Abb.).

Abbildung: Salzgehaltsverteilung und Strömungen im Mittelmeer (Pinet 1998)



Humide Nebenmeere (Schwarzes Meer, Ostsee) weisen einen Oberflächenaustrom und Tiefenwassereinstrom auf. Hier sind die Süßwasserzuflüsse größer als die Verdunstung, was zu einer Dichtesprungschicht mit salzarmem Oberflächenwasser und relativ salzreicherem dichteren Tiefenwasser führt. Das Tiefenwasser tauscht sich gar nicht oder nur sehr langsam aus, was zu Stagnation und durch Mineralisation von organischem Material zu anoxischen (euxinischen, „Mare Euxinikum“=Schwarzes Meer) Bedingungen führt (Abb.).

Abbildung: Zirkulationsmuster in der Ostsee (Fennel 1996)

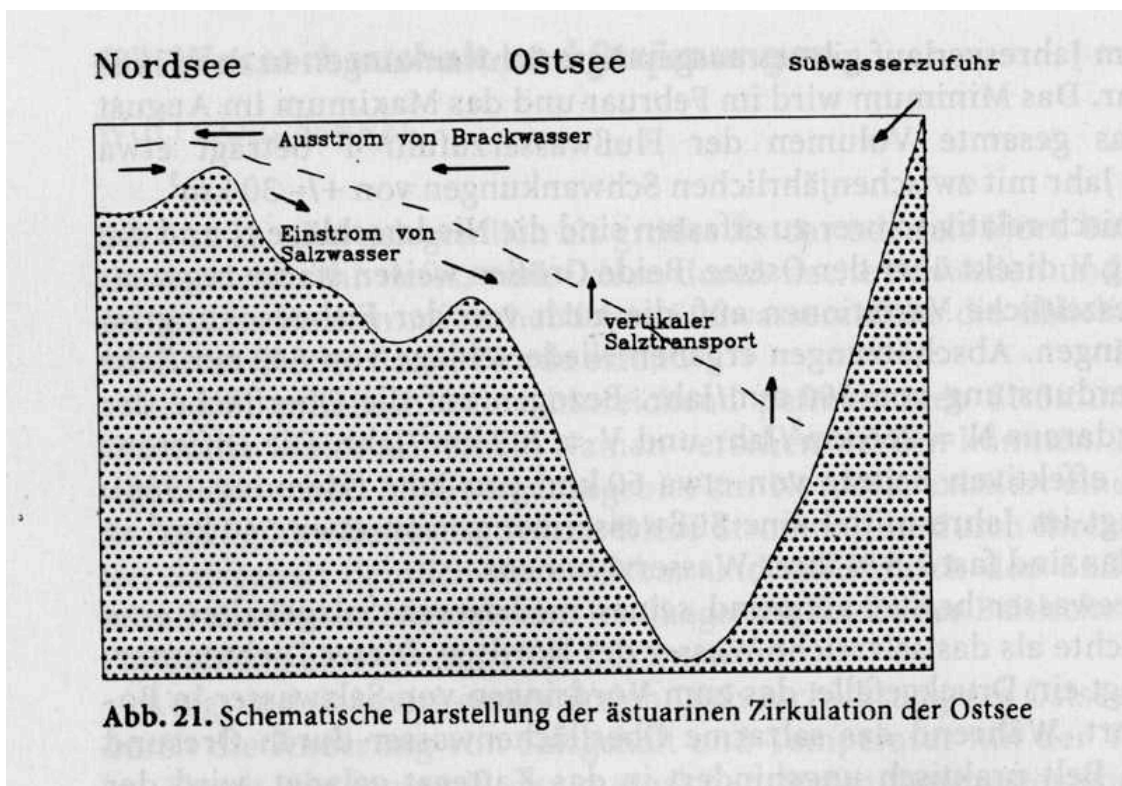




Abbildung: Verteilung chemischer Variablen vor und nach eines Tiefenwassereinstromes (Nehring 1996).

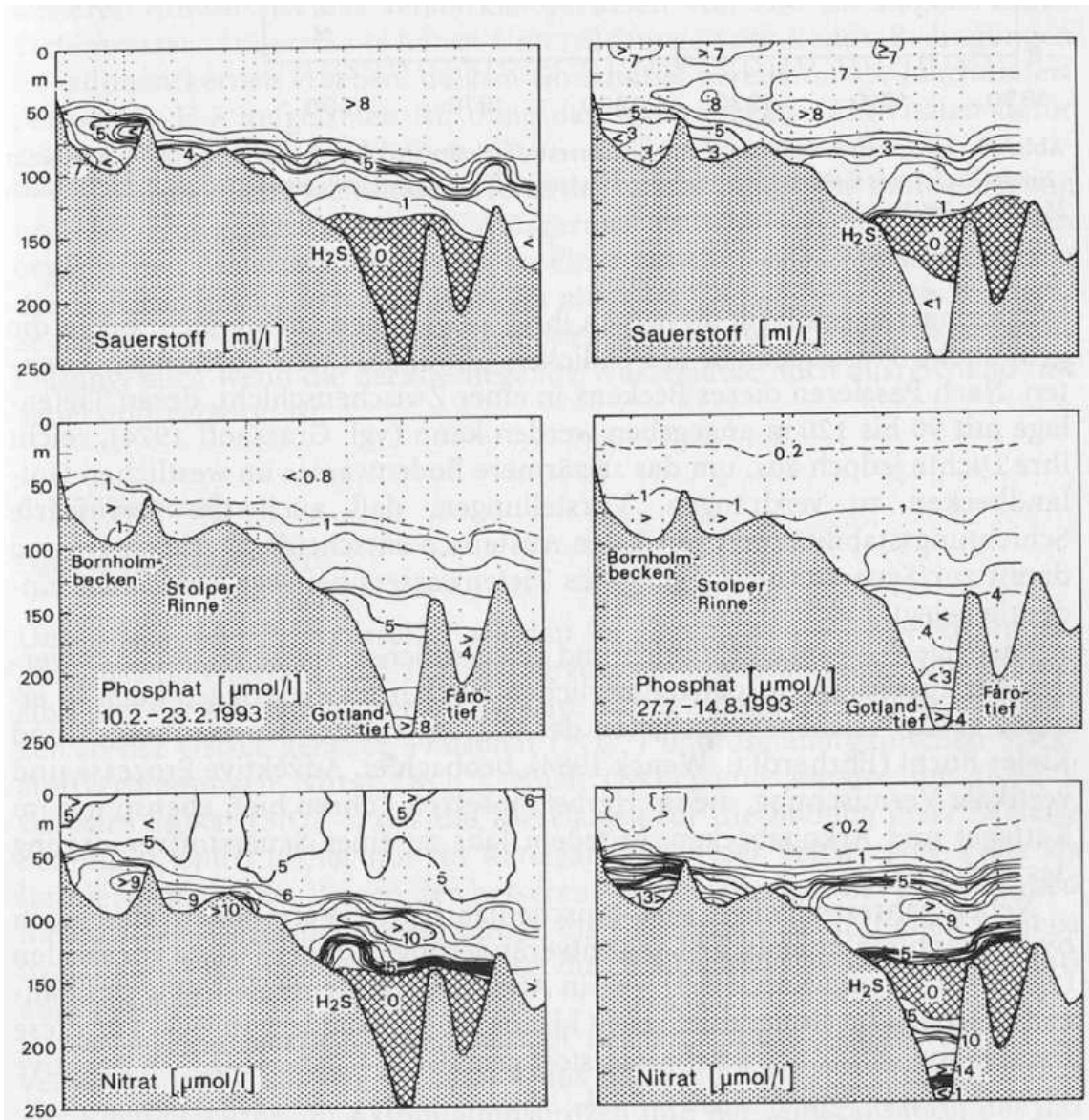
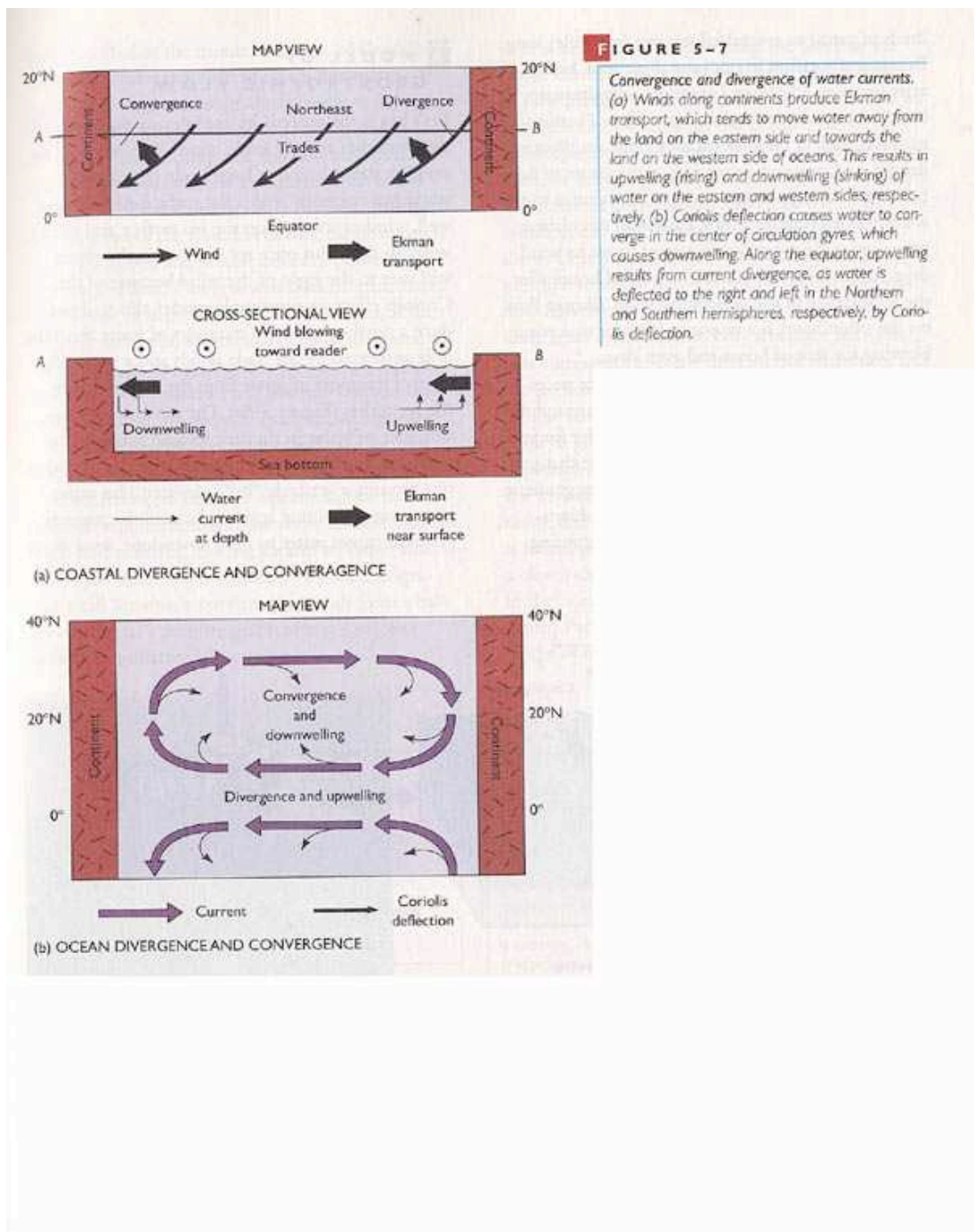


Abb. 39. Vertikalverteilungen chemischer Parameter vor (links) und während einer Wassererneuerung (rechts) im östlichen Gotlandbecken

An den Kontinentalrändern kommt es morphologisch bedingt zu windinduzierten Abtriebs- und Auftriebs- Bewegungen an der Meeresoberfläche (Abb.). Zyklonare Strömungen entstehen im Äquatorraum, wo im Zentrum konvergierende Strömungen zum Absinken von Oberflächewässern führen, während es an den Außenrändern der divergierenden Kreisströmungen zum Auftreiben von Tiefenwasser kommt (Abb.).

Abbildungen: Schema der windinduzierten Auf- und Abtriebsbewegungen von Wasserkörpern an Kontinentalrändern und äquatornah (Pinet 1998).



## Literatur:

Fennel W. (1996) Wasserhaushalt und Strömungen. In *Meereskunde der Ostsee* (ed. G. Reinheimer), pp. 56-67. Springer.

Nehring D. (1996) Nährsalze. In *Meereskunde der Ostsee* (ed. G. Reinheimer), pp. 97-103. Springer.

Pinet P. R. (1998) *Invitation to Oceanography*. Jones and Bartlett Publishers.